

**DETEKSI KERUSAKAN RODA GIGI PADA *GEARBOX*  
MENGUNAKAN SINYAL GETARAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**



## DETEKSI KERUSAKAN RODA GIGI PADA *GEARBOX* MENGGUNAKAN SINYAL GETARAN

Bagus Handoko  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Surakarta, Indonesia  
Email : [bsghandoko2@gmail.com](mailto:bsghandoko2@gmail.com)

### ABSTRAK

Perawatan prediktif berbasis analisis sinyal getaran diterapkan pada berbagai komponen mesin salah satunya adalah pada *gearbox*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kerusakan roda gigi pada *gearbox* menggunakan analisa sinyal getaran.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap 4 kondisi roda gigi yaitu kondisi baik, patah separuh, patah satu, dan patah dua, pada putaran 300 rpm, 750 rpm dan 2250 rpm dengan frekuensi sampling 5 kS/s. Akuisisi data getaran dilakukan dengan PC Based DSO. Sinyal getaran pada domain waktu diubah menjadi domain frekuensi menggunakan Matlab. Analisa kerusakan roda gigi dilakukan pada domain waktu dan domain frekuensi

Hasil penelitian domain waktu, kerusakan roda gigi dapat dideteksi dengan munculnya lonjakan setiap periode putaran porosnya. Hal tersebut indikasi jika roda gigi mengalami cacat patah satu gigi, sedangkan pada patah dua gigi tinggi amplitudo lonjakan periodenya kurang dari amplitudo lonjakan patah satu gigi. Pada kondisi patah separuh sulit dideteksi kerusakan pada domain waktu. Pada domain frekuensi indikasi cacat separuh terlihat dengan amplitudo pada frekuensi *gearmesh* naik 4 kalinya sebesar 39,57 volt. Sedangkan pada patah satu gigi, amplitudo pada frekuensi *gearmesh* naik 10 kalinya sebesar 123,5 volt dengan diikuti dengan munculnya *sideband* yang jaraknya sebesar satu kali frekuensi poros. Pada kondisi patah dua, amplitudo pada frekuensi *gearmesh* besarnya naik empat kalinya sebesar 40,2 volt nilai *gearmesh*, diikuti munculnya *sideband* yang jumlahnya lebih banyak dibanding roda gigi patah satu. Masing-masing *sideband* mempunyai jarak satu frekuensi putaran porosnya. Munculnya *sideband* dan naiknya amplitudo pada frekuensi *gearmesh* sebagai indikasi kerusakan sesuai tingkat kerusakannya.

Kata kunci: Perawatan prediktif, FFT, *sideband*, *gearmesh*, *gearbox*

**Fault Detection of Gear on the gearbox using vibration signal****Bagus Handoko**

Mechanical Engineering Department  
Engineering Faculty, Sebelas Maret University  
Surakarta, Indonesia  
Email : [bgshandoko2@gmail.com](mailto:bgshandoko2@gmail.com)

**ABSTRACT**

Predictive maintenance based on vibration analysis is applied on many machine component, one of them is gearbox. For that reason, research as a purpose to detect defect of the gear on the gearbox by using vibration signal analysis.

On this research, experiment was done on four condition of gear. Condition gear were good condition, a half broken tooth, one broken tooth, and two broken teeth and gear velocity was taken on 300 rpm, 750 rpm and 2250 rpm with frequency sampling was 5kS/s. Vibration data acquisition was done using PC based DSO. Vibration signal on time domain was converted to frequency domain using Matlab. Failure analysis was done on time domain and frequency domain.

Experiment result was presented that time domain, failure of gear could be detected by appearing spike every one period of shaft revolution. This case was indication of gear having one broken tooth. Whereas on two broken teeth, amplitude of spike period was shorter than one broken tooth condition. On a half broken tooth condition, failure was difficult to detect at time domain. At frequency domain, indication of a half broken tooth was seen by increasing amplitude of gearmesh frequency four times to 39,57 volt and appearing sideband. Whereas on one broken tooth indication could be seen by increasing amplitude of gearmesh frequency ten times to 123,5 volt and appearing sideband. On two broken teeth, indication could be seen by increasing amplitude of gearmesh frequency four times to 123,5 volt and appearing many sidebands. Every sideband has a distance a shaft revolution frequency. Appearing sideband and increasing amplitude of gearmesh frequency can be detected failure of gearbox.

Keywords : predictive maintenance, FFT, Sideband, gearmesh, gearbox

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan lindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Deteksi Kerusakan Roda gigi pada *gearbox* menggunakan sinyal getaran”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Didik Djoko Susilo, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing tugas akhir ini.
2. Bapak Zainal Arifin, S.T., M.T., selaku Pembimbing I yang telah sabar memberikan pengarahan hingga tugas akhir selesai.
3. Bapak R Lulus Lambang G. Hidajat, S.T., MT., yang telah meluangkan waktunya untuk membagi ilmunya mengenai tugas akhir ini.
4. Bapak Wibowo, S.T., M.T., Bapak Ubaidillah, S.T., M.Sc. dan Bapak Purwadi Joko Widodo, S.T., M.Kom., selaku dosen penguji yang berkenan memberikan saran, masukan dan perbaikan terhadap skripsi ini.
5. Keluarga tercinta yang telah memberikan sumbangan besar baik moral maupun material.
6. Teman-teman Tim Getaran dan Dinamometer Ari, Kamega, Wahyu, Ivan, Gandung dan Anzizan sejak awal pengerjaan TA sampai selesai
7. Teman-Teman angkatan 2006, atas kekompakannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa maupun siapa saja yang membutuhkannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, dengan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik yang membangun.

Surakarta Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Abstrak .....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar.....	ix
 BAB I    PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
 BAB II    DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Landasan Teori .....	4
2.2.1 Roda Gigi .....	4
2.2.2 Jenis-jenis Roda Gigi .....	7
2.2.3 Cacat pada Roda Gigi .....	8
2.3 Pengertian Getaran .....	11
2.3.1 Karakteristik Getaran .....	12
2.3.2 Frekuensi Getaran.....	13
2.3.3 Sensor Getaran.....	14
2.3.4 Penguraian Sinyal Getaran .....	15
2.3.5 Domain Waktu.....	15
2.3.6 Domain Frekuensi .....	16
2.4 Pendekatan Fourier untuk Gelombang Periodik .....	17
2.4.1 Transformasi Fourier .....	18

2.4.2	Transformasi Fourier Diskrit.....	19
2.5	Penggunaan Fungsi FFT pada <i>Script</i> Matlab .....	21
2.6	Getaran Roda Gigi.....	21
2.7	Karakteristik Frekuensi Roda Gigi.....	22
2.8	Putaran Kritis Poros.....	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Diagram Alir.....	25
3.2	Pelaksanaan Penelitian .....	28
3.2.1	Tahap Penyiapan Gearbox.....	29
3.2.2	Tahap Pengambilan Data.....	29
3.2.3	Tahap Pengolahan Data.....	30
3.2.4	Tahap Analisa Data.....	30
BAB IV	DATA DAN ANALISA	
4.1	Data Penelitian.....	31
4.2	Pembahasan .....	38
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49
	Daftar Pustaka .....	50
	Lampiran .....	51

# DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data peralatan.....	26
Tabel 4.1 Data kondisi roda gigi yang diuji.....	32
Tabel 4.2 Data Frekuensi roda gigi.....	33





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Dua roda gigi yang bersentuhan .....	6
Gambar 2.2 Istilah dalam roda gigi roda gigi .....	7
Gambar 2.3 Cacat Pemukaan roda gigi .....	9
Gambar 2.4 Cacat Kerusakan gigi .....	11
Gambar 2.5 Sistem pegas sederhana .....	12
Gambar 2.6 Karakteristik getaran .....	13
Gambar 2.7 Prinsip Kerja piezoelektric Accelerometer .....	14
Gambar 2.8 Domain waktu .....	16
Gambar 2.9 Domain frekuensi .....	17
Gambar 2.10 Gambar suatu fungsi periodik .....	18
Gambar 2.11 Titik-titik sample dari deret fourier .....	20
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	26
Gambar 3.2 Peralatan penelitian .....	29
Gambar 3.3 Skema proses pengambilan data .....	31
Gambar 4.1 Susunan roda gigi .....	32
Gambar 4.2 Sinyal getaran roda gigi kecepatan 300 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	34
Gambar 4.3 Sinyal getaran roda gigi kecepatan 300 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	35
Gambar 4.4 Sinyal getaran roda gigi kecepatan 750 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	36
Gambar 4.5 Sinyal getaran roda gigi kecepatan 750 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	37



Gambar 4.6	Sinyal getaran roda gigi kecepatan 2250 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	38
Gambar 4.7	Sinyal getaran roda gigi kecepatan 2250 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	39
Gambar 4.8	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 300 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	40
Gambar 4.9	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 300 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	41
Gambar 4.10	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 750 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	42
Gambar 4.11	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 750 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	43
Gambar 4.12	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 2250 rpm arah aksial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	44
Gambar 4.13	Sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 2250 rpm arah radial pada (a) keadaan baik, (b) patah separuh, (c) patah satu, dan (d) patah dua .....	45
Gambar 4.14	Perbesaran sinyal frekuensi roda gigi kecepatan 750 rpm pada a). keadaan baik, (b). patah separuh, (c). patah satu, dan (d). patah dua .....	46
Gambar 4.15	Perbesaran sinyal frekuensi roda gigi patah separuh kecepatan 2250 rpm arah sensor aksial .....	47

## DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2.1 Fungsi Periodik.....	16
Rumus 2.2 Deret Fourier kontinyu .....	17
Rumus 2.3 Eksponen Deret fourier .....	18
Rumus 2.4 Integral Fourier .....	11
Rumus 2.5 Transformasi Fourier .....	12
Rumus 2.6 Transformasi Diskrit.....	13
Rumus 2.7 Kecepatan kritis .....	24
Rumus 2.8 Rumus Lendutan.....	24
Rumus 2.9 Kecepatan kritis bantalan peluru .....	24
Rumus 2.10 Rumus Lendutan bantalan luncur .....	25
Rumus 2.11 Kecepatan kritis bantalan luncur .....	25

